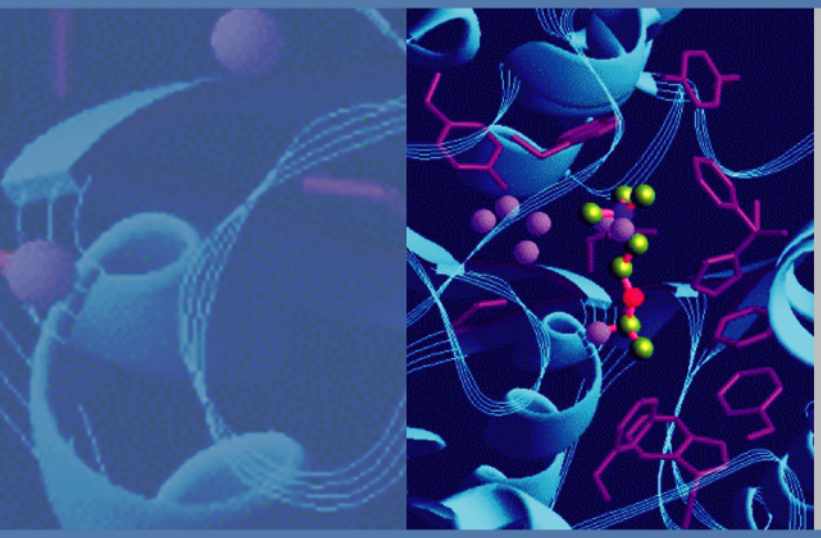


Sonde H-ESI

Manuel d'utilisation

97055-97075 Révision B Mars 2008

Thermo SCIENTIFIC

© 2008 Thermo Fisher Scientific Inc. Tous droits réservés.

Teflon et Tefzel sont des marques déposées de la société E. I. du Pont de Nemours & Co. aux États-Unis et dans d'autres pays.
KEL-F est une marque déposée de la société 3M Corporation aux États-Unis et dans d'autres pays.

PEEK est une marque de Victrex plc.

Toutes les autres marques mentionnées sont la propriété de Thermo Fisher Scientific Inc. et de ses filiales.

Thermo Fisher Scientific Inc. fournit le présent document à ses clients lors de l'achat d'un produit pour qu'ils puissent s'y reporter dans le cadre de l'utilisation de celui-ci. Ce document est une oeuvre protégée par les lois en vigueur sur la propriété intellectuelle. Sa reproduction, partielle ou intégrale, est interdite sans l'accord écrit de Thermo Fisher Scientific Inc.

Le contenu de ce document peut être modifié sans préavis. Toutes les informations techniques contenues dans le présent document sont fournies à titre de référence uniquement. Les configurations et spécifications qui y sont indiquées prévalent sur toute autre information précédemment communiquée à l'acheteur.

Par ailleurs, Thermo Fisher Scientific Inc. ne garantit pas l'exhaustivité, l'exactitude des informations fournies, ni que le présent document est exempt d'erreur et décline toute responsabilité pour les erreurs, omissions, dommages ou pertes liés à l'utilisation de ce document, même dans le cas où les instructions qu'il contient seraient scrupuleusement respectées.

Ce document ne fait pas partie intégrante d'un quelconque contrat de vente passé entre Thermo Fisher Scientific Inc. et un acheteur. Ce document ne régit ou ne modifie en aucune manière les Conditions de vente, lesquelles régissent la résolution de tous les conflits pouvant survenir entre ces deux documents.

Historique des versions : Révision A, juin 2005 ; Révision B, mars 2008.

Usage exclusivement réservé à la recherche. Non réglementé pour un usage de diagnostic médical ou vétérinaire par la FDA (Federal Drug Administration) américaine ni aucune autre autorité compétente.

Conformité réglementaire

Thermo Fisher Scientific soumet ses produits à une série de tests et une évaluation complète afin de s'assurer de leur conformité totale aux réglementations locales et internationales. Une fois le système livré, il répond aux exigences de l'ensemble des normes de sécurité et de compatibilité électromagnétique (CEM), telles que décrites ci-dessous.

CEM - Directive 89/336/CEE modifiée par les directives 92/31/CEE et 93/68/CEE

La compatibilité électromagnétique (CEM) a été évaluée par l'organisme de certification U.L. Underwriter's Laboratory Inc.

Certification CEM			
EN 55011	1998	EN 61000-4-3	2002
EN 61000-3-2	1995, A1 ; 1998, A2 ; 1998, A14 ; 2000	EN 61000-4-4	1995, A1 ; 2001, A2 ; 2001
EN 61000-3-3	1998	EN 61000-4-5	1995, A1 ; 2001
EN 61326-1	1998	EN 61000-4-6	1996, A1 ; 2001
EN 61000-4-2	2000	EN 61000-4-11	1994, A1 ; 2001
FCC Classe A, CFR 47 Partie 15 et Partie 18	2005	CISPR 11	1999, A1 ; 1999, A2 ; 2002

Conformité aux normes de sécurité relatives aux basses tensions

Cet instrument est conforme à la directive 73/23/EEC relative aux basses tensions et à la norme EN 61010-1:2001 harmonisée.

Toute modification apportée à l'instrument peut annuler sa conformité avec une ou plusieurs de ces normes de sécurité et de compatibilité électromagnétique (CEM). Les modifications concernées incluent le remplacement d'une pièce ou l'ajout de composants, d'options ou de périphériques non spécifiquement autorisés et qualifiés par Thermo Fisher Scientific. Pour assurer la conformité durable de l'instrument aux normes CEM et de sécurité, commander les pièces de rechange et les composants, options et périphériques supplémentaires auprès de Thermo Fisher Scientific ou de l'un de ses représentants agréés.

Déclaration de conformité FCC

CE PRODUIT EST CONFORME AUX EXIGENCES DE LA SECTION 15 DES RÈGLES DE LA FCC. SON UTILISATION EST SOUMISE AUX DEUX CONDITIONS SUIVANTES : (1) CE PRODUIT NE DOIT PAS PRODUIRE D'INTERFÉRENCES NUISIBLES ET (2) DOIT ACCEPTER TOUTES LES INTERFÉRENCES REÇUES, Y COMPRIS CELLES QUI RISQUENT D'OCCASIONNER UN FONCTIONNEMENT INDÉSIRABLE.

Thermo SCIENTIFIC

ATTENTION il est indispensable de lire et de comprendre les différentes notes de mise en garde, signes et symboles contenus dans ce manuel et associés à l'usage et au fonctionnement sans danger de ce produit avant toute utilisation.

Mention relative au soulèvement et à la manipulation des instruments de Thermo Scientific

Pour votre sécurité, et conformément aux réglementations internationales, la manipulation physique de cet instrument de Thermo Fisher Scientific ***exige la présence de plusieurs personnes***, notamment pour le soulever et/ou le déplacer. Cet instrument est trop lourd et/ou volumineux pour pouvoir être manipulé en toute sécurité par une seule personne.

Mention relative à l'utilisation appropriée des instruments de Thermo Scientific

Conformément aux réglementations internationales : toute utilisation de cet instrument non conforme aux instructions de Thermo Fisher Scientific peut nuire à la protection qu'il offre.

Mention relative à la susceptibilité aux transmissions électromagnétiques

Votre instrument a été conçu pour fonctionner dans un environnement électromagnétique contrôlé. Ne pas utiliser de transmetteurs RF, comme les téléphones portables, à proximité.

Pour des informations relatives au site de fabrication, consulter l'étiquette fixée sur l'instrument.

WEEE Compliance

This product is required to comply with the European Union's Waste Electrical & Electronic Equipment (WEEE) Directive 2002/96/EC. It is marked with the following symbol:

Thermo Fisher Scientific has contracted with one or more recycling or disposal companies in each European Union (EU) Member State, and these companies should dispose of or recycle this product. See www.thermo.com/WEEERoHS for further information on Thermo Fisher Scientific's compliance with these Directives and the recyclers in your country.

WEEE Konformität

Dieses Produkt muss die EU Waste Electrical & Electronic Equipment (WEEE) Richtlinie 2002/96/EC erfüllen. Das Produkt ist durch folgendes Symbol gekennzeichnet:

Thermo Fisher Scientific hat Vereinbarungen mit Verwertungs-/Entsorgungsfirmen in allen EU-Mitgliedsstaaten getroffen, damit dieses Produkt durch diese Firmen wiederverwertet oder entsorgt werden kann. Mehr Information über die Einhaltung dieser Anweisungen durch Thermo Fisher Scientific, über die Verwerter, und weitere Hinweise, die nützlich sind, um die Produkte zu identifizieren, die unter diese RoHS Anweisung fallen, finden sie unter www.thermo.com/WEEERoHS.

Conformité DEEE

Ce produit doit être conforme à la directive européenne (2002/96/EC) des Déchets d'Equipements Electriques et Electroniques (DEEE). Il est marqué par le symbole suivant:

Thermo Fisher Scientific s'est associé avec une ou plusieurs compagnies de recyclage dans chaque état membre de l’union européenne et ce produit devrait être collecté ou recyclé par celles-ci. Davantage d'informations sur la conformité de Thermo Fisher Scientific à ces directives, les recycleurs dans votre pays et les informations sur les produits Thermo Fisher Scientific qui peuvent aider la détection des substances sujettes à la directive RoHS sont disponibles sur www.thermo.com/WEEERoHS.

Table des matières

Préface . . . . . **ix**
À propos de ce manuel ix
Mises en garde de sécurité et autres notices spéciales ix
Nous contacter x

Chapitre 1 **Introduction** **1**

Chapitre 2 **Description fonctionnelle** **5**

Chapitre 3 **Retrait et installation de la sonde H-ESI** **7**
Retrait de la sonde H-ESI 7
Installation de la sonde H-ESI 9

Chapitre 4 **Entretien de l'instrument** **13**
Rinçage de la ligne de transfert des échantillons, du tube d'échantillonnage et de la sonde H-ESI 13
Réparation du tube d'échantillonnage H-ESI 14
Remplacement de l'aiguille H-ESI et de son joint 14
Installation d'un nouveau tube d'échantillonnage en silice fondue et d'un manchon de sécurité PEEK 16

Chapitre 5 **Pièces remplaçables** **19**

Index **21**

Préface

À propos de ce manuel

Ce *Manuel d'utilisation de la sonde H-ESI™* fournit des informations concernant l'utilisation de la sonde d'électrospray par ionisation à chaud (H-ESI). Il décrit également les procédures d'installation et d'entretien de la sonde.

Mises en garde de sécurité et autres notices spéciales

Assurez-vous de suivre toutes les consignes de sécurité présentées dans ce manuel. Les mises en garde de sécurité et autres notices spéciales apparaissent dans des encadrés.

Elles incluent notamment ce qui suit :

ATTENTION Signale des dangers potentiels pour les personnes, les équipements ou l'environnement. Chaque notice ATTENTION est accompagnée du symbole de mise en garde correspondant.

IMPORTANT Signale des informations importantes destinées à prévenir toute altération logicielle, perte de données ou résultat d'essai non valide ; peut également souligner des informations essentielles à l'optimisation des performances du système.

Remarque Signale des informations d'intérêt général.

Conseil Signale des informations utiles qui peuvent simplifier l'exécution d'une tâche.

Nous contacter

Pour contacter Thermo Fisher Scientific, plusieurs solution :

❖ **Pour contacter l'assistance clientèle**

Téléphone	800-685-9535
Fax	561-688-8736
E-mail	TechSupport.C+MS@thermofisher.com
Base de connaissance	www.thermokb.com

Téléchargez les mises à jour et utilitaires logiciels à l'adresse www.mssupport.thermo.com.

❖ **Pour contacter le service clientèle afin d'obtenir des informations sur la commande**

Téléphone	800-532-4752
Fax	561-688-8731
Site Web	www.thermo.com/finnigan

Pour envoyer des commentaires ou suggestions concernant la documentation ou l'aide

- Remplissez le formulaire de sondage en ligne des lecteurs à l'adresse www.thermo.com/lcms-techpubs.
- Envoyez un courrier électronique au responsable des publications techniques à l'adresse techpubs.finnigan-lcms@thermofisher.com.

Introduction

L'ionisation par électrospray à chaud (H-ESI) transforme les ions présents dans la solution en ions en phase gazeuse grâce à l'utilisation combinée de l'ionisation électrospray (ESI) et d'un gaz auxiliaire chauffé. La technique H-ESI peut être utilisée pour analyser n'importe quel composé polaire qui produit un ion préformé en solution. L'expression *ion préformé* peut s'appliquer aux ions adduits. Par exemple, les glycols polyéthyléniques peuvent être analysés à partir d'une solution à base d'acétate d'ammonium du fait de la formation d'adduits entre les ions NH_4^+ présents dans la solution et les atomes d'oxygène du polymère.

Ce chapitre fournit une description des principes de la technique H-ESI et de la sonde H-ESI. Consultez la Figure 1. La sonde H-ESI se trouve dans le boîtier de la source d'ions Ion Max™.

Figure 1. Interface avec la source d'ions (à gauche) et sonde H-ESI (à droite)

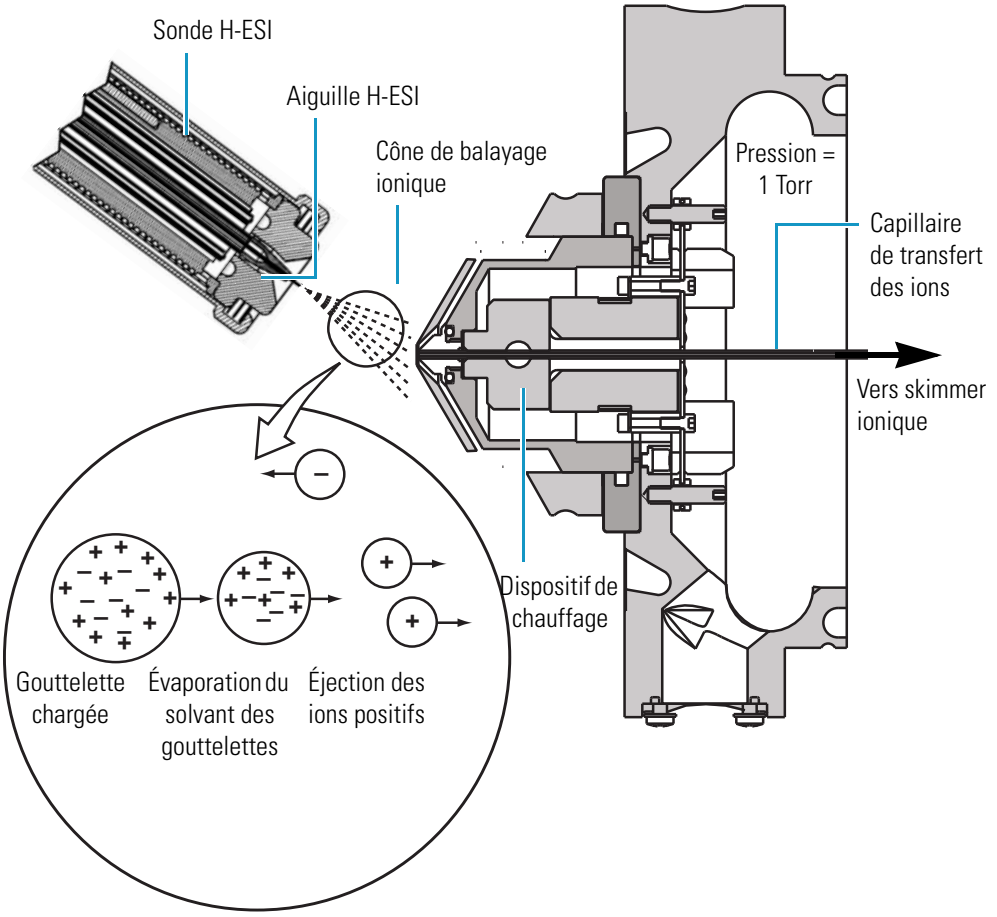
En H-ESI, un spectromètre de masse peut être utilisé pour analyser une plage de masses moléculaires supérieure à 100 000 u, en raison de la multiplicité des charges. La technique H-ESI s'avère particulièrement utile pour la caractérisation de masses de composés polaires et notamment de polymères biologiques (par exemple, des protéines, des peptides, des glycoprotéines et des nucléotides); de produits pharmaceutiques et des métabolites associés ou encore de polymères industriels (par exemple, les glycols polyéthyléniques).

En H-ESI, les ions sont produits et analysés de la façon suivante :

1. L'échantillon pénètre dans l'aiguille H-ESI sur laquelle une tension élevée est appliquée.
2. L'aiguille H-ESI vaporise ensuite l'échantillon en fines gouttelettes chargées électriquement en surface.
3. La densité de la charge électrique à la surface des gouttelettes augmente à mesure que le solvant s'évapore. La technique H-ESI utilise un gaz auxiliaire chauffé pour faciliter l'évaporation du solvant.
4. La densité de la charge électrique à la surface des gouttelettes augmente jusqu'à un seuil critique appelé limite de stabilité de Rayleigh. Lorsque ce point critique est atteint, les gouttelettes se subdivisent en gouttelettes plus petites car la répulsion électrostatique est supérieure à la tension de surface des gouttelettes. Ce processus est répété plusieurs fois jusqu'à l'obtention de minuscules gouttelettes.
5. La répulsion électrostatique éjecte en phase gazeuse les ions d'échantillon des minuscules gouttelettes hautement chargées.
6. Les ions d'échantillon pénètrent dans le spectromètre de masse où ils sont alors analysés.

La Figure 2 illustre les étapes de formation des ions à partir des gouttelettes hautement chargées.

Figure 2. Procédé H-ESI en mode de polarité ions positifs



Le mode H-ESI peut être utilisé avec les modes de polarité ions positifs ou négatifs. Le choix du mode de polarité des ions est déterminé par la polarité des ions préformés dans la solution : les molécules acides produisent des ions négatifs dans la solution, tandis que les molécules basiques forment des ions positifs. On utilise une aiguille chargée positivement pour analyser les ions positifs et une aiguille chargée négativement pour analyser les ions négatifs, dans la mesure où l'éjection des ions d'échantillon des gouttelettes est facilitée si la charge des ions et la charge de la surface des gouttelettes ont la même polarité.

Les ions d'échantillon peuvent transporter une ou plusieurs charges. Le nombre de charges transportées par les ions d'échantillon varie en fonction de la structure de l'analyte étudié et du solvant utilisé pour le transport. (En H-ESI, le tampon et la concentration de celui-ci ont un effet significatif sur la sensibilité, c'est pourquoi il est important de choisir judicieusement ces variables.) Dans le cas de protéines ou de peptides de masse moléculaire supérieure, le spectre de masse obtenu comprend généralement une série de pics correspondant à une distribution d'ions analytes multi-chargés.

La taille des gouttelettes, la charge de leur surface, la tension à la surface des gouttelettes, le degré de volatilité du solvant et la force de solvatation des ions sont des facteurs qui affectent le procédé H-ESI. Les gouttelettes de grande taille avec une tension de surface élevée, une faible volatilité, une forte solvatation des ions, une charge en surface faible et une haute conductivité peuvent nuire à la qualité de l'électrospray.

Les solvants organiques, tels que le méthanol, l'acétonitrile et l'acool isopropylique sont préférables à l'eau pour l'H-ESI. Les acides et bases volatils offrent de bons résultats, mais une concentration saline supérieure à 10 mM et des acides et bases forts nuisent à la qualité des résultats d'analyse.

Pour une qualité d'électrospray optimale, respectez les règles suivantes :

- Évitez d'utiliser des sels.
- Utilisez des solvants organiques/aqueux et des acides et bases volatils.
- Optimisez le pH des solvants.

Le Tableau 1 récapitule les réglages H-ESI initiaux à utiliser pour différents débits de liquide. Ces réglages constituent un point de départ utile pour l'optimisation des performances du système. Consultez le manuel de démarrage rapide fourni avec votre spectromètre de masse pour obtenir les détails de la procédure d'optimisation des performances pour l'analyse de vos composés.

Tableau 1. Réglages H-ESI initiaux

Débit du liquide (µL/min)	Température du tube de transfert des ions (capillaire) (en degrés Celsius)*	Température du vaporisateur H-ESI (en degrés Celsius)**	Pression du gaz gaine (en psi)	Débit du gaz auxiliaire (en unités arbitraires)	Tension du spray (en volts)
5	240	Désactivé - 50	5	0	+3 000 (-2 500)***
200	350	250 - 300	35	30	+3 000 (-2 500)
500	380	300 - 400	60	50	+3 000 (-2 500)
1000	400	350 - 450	75	60	+3 000 (-2 500)

*Optimisez toujours la tension de la lentille tubulaire lorsque vous modifiez la température du tube de transfert des ions.

**Variable en fonction du composé

***Mode ions négatifs

Remarque Il n'est pas utile de régler ni d'étalonner le spectromètre de masse de façon quotidienne.

Les paramètres d'étalonnage sont des réglages spécifiques à l'instrument qui affectent la précision et la résolution du spectre de masse. Les paramètres de réglage sont des réglages spécifiques à l'instrument qui affectent l'intensité du signal ionique. En général, le spectromètre de masse doit être réglé et étalonné (c'est-à-dire optimiser les paramètres de réglage et d'étalonnage existants) environ une fois tous les trois mois. Pour les procédures de réglage et d'étalonnage du spectromètre de masse TSQ, consultez la section « Automatic Tuning and Calibrating in the ESI/MS Mode » (Réglage et étalonnage automatiques en mode ESI/MS) du guide de démarrage rapide de votre instrument.

Vous devez optimiser les paramètres de réglage (ou changer de méthode de réglage) chaque fois que vous modifiez le type d'expérience. Pour de plus amples informations sur les procédures d'optimisation des paramètres de réglage pour vos expériences H-ESI, consultez la section « Optimizing the Mass Spectrometer with Your Compound in H-ESI/MS Mode » (Optimisation du spectromètre de masse en fonction des composés pour le mode H-ESI/MS) du guide de démarrage rapide de votre instrument.

Description fonctionnelle

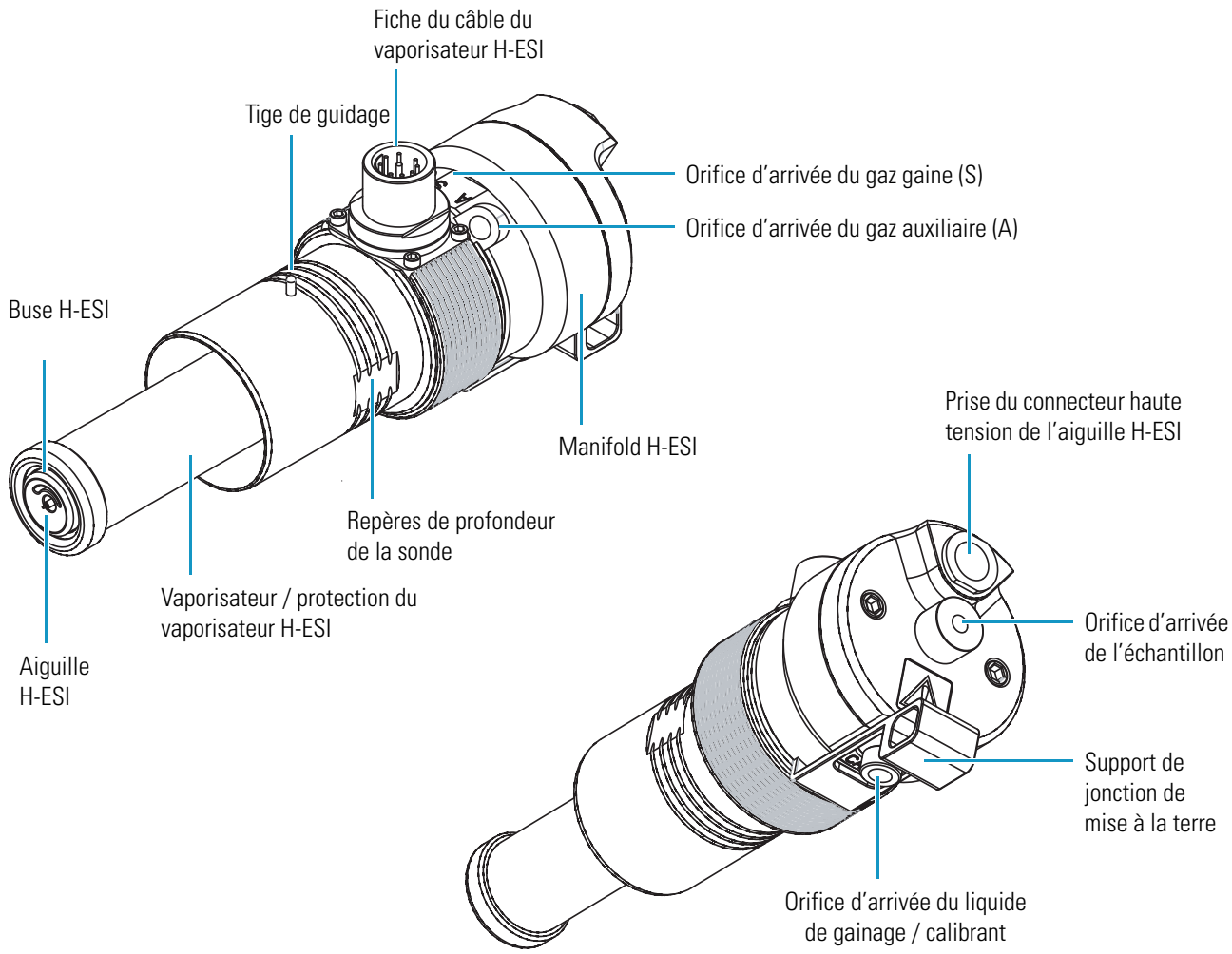
La sonde H-ESI, illustrée à la Figure 3, produit des gouttelettes aérosol chargées qui contiennent des ions d'échantillon. Elle s'utilise avec des débits de liquide compris entre 1 µL/mn et 1 mL/mn sans dissociation moléculaire.

La sonde H-ESI comprend un tube d'échantillonnage en silice fondue, une aiguille, une buse, un manifold, un vaporisateur et un échangeur de chaleur. L'échantillon et le solvant pénètrent dans la sonde H-ESI via le tube d'échantillonnage. Celui-ci se présente sous la forme d'un petit tuyau de 0,1 mm de diamètre intérieur en silice fondue qui s'étend sur toute la longueur de la sonde H-ESI et dans l'aiguille H-ESI, jusqu'à l'extrémité de celle-ci. Une tension négative ou positive élevée est appliquée à l'aiguille H-ESI (en général, de ±3 à ±5 kV), ce qui permet de pulvériser l'échantillon sous forme de petites gouttelettes chargées. La buse H-ESI permet d'orienter le flux du gaz gaine et gaz auxiliaire en direction des gouttelettes. Le manifold H-ESI abrite la buse et l'aiguille H-ESI, ainsi que les tuyaux du gaz gaine et du gaz auxiliaire. Le tuyau du gaz gaine transporte l'azote sec utilisé pour vaporiser l'échantillon hors de la buse.

La sonde H-ESI est munie d'orifices d'arrivée pour l'introduction de l'échantillon, du gaz gaine, du gaz auxiliaire et du liquide de gainage ou du calibrant. Le gaz gaine est l'azote coaxial interne qui vaporise (nébulise) l'échantillon sous forme de fines gouttelettes à sa sortie du tube d'échantillonnage. Les débits du gaz gaine généralement utilisés en H-ESI vont de 5 à 20 unités pour les débits d'échantillon de moins de 10 µL/mn et à 50 à 75 unités pour les débits d'échantillon de plus de 400 µL/min. Pour de meilleurs résultats, lorsque vous procédez au réglage du spectromètre de masse, ajustez le débit du gaz gaine jusqu'à ce que le signal ionique soit stable.

Le gaz auxiliaire chauffé est l'azote coaxial extérieur utilisé pour assister le gaz gaine dans le processus de désolvatation des échantillons. Il chauffe lorsqu'il s'enroule en spirale dans un vaporisateur. Une isolation thermique entre le vaporisateur et le tube d'échantillonnage permet d'empêcher le chauffage direct de l'échantillon. Il est possible de contrôler la température du vaporisateur via le logiciel Xcalibur™. La plage de température disponible est comprise entre la température ambiante et 600 °C. Pour connaître les températures de fonctionnement recommandées et les réglages du débit de gaz, reportez-vous au Tableau 1, page 3.

Figure 3. Sonde H-ESI


Fiche du câble du vaporisateur H-ESI
Tige de guidage
Orifice d'arrivée du gaz gaine (S)
Orifice d'arrivée du gaz auxiliaire (A)
Buse H-ESI
Manifold H-ESI
Prise du connecteur haute tension de l'aiguille H-ESI
Repères de profondeur de la sonde
Vaporisateur / protection du vaporisateur H-ESI
Orifice d'arrivée de l'échantillon
Aiguille H-ESI
Support de jonction de mise à la terre
Orifice d'arrivée du liquide de gainage / calibrant

Pour optimiser le processus de désolvatation ou améliorer la stabilité de l'électrospray, vous pouvez injecter directement, avec la pompe seringue, un liquide de gainage dans la sonde H-ESI via l'orifice d'arrivée du liquide de gainage/calibrant (identifié par CAL). L'injection de calibrants internes dans la sonde H-ESI est également possible.

L'angle de la sonde H-ESI est réglé à environ 60 degrés. Pour une meilleure stabilité du spray, utilisez les vis de réglage du boîtier de la source d'ions Ion Max qui permette de modifier légèrement la position de la sonde. Le spray excentré à angle fixe garantit la stabilité à long terme du signal (robustesse) pour la plupart des solutions qui comportent des composants non volatils de matrice, des tampons de phase mobile ou des réactifs d'appariement d'ions. Pour plus d'informations sur l'ajustement de la position de la sonde, consultez le « *Ion Max and Ion Max-S API Source Hardware Manual* » (Manuel du matériel de la source API Ion MAX et Ion MAX-S).

Retrait et installation de la sonde H-ESI

Ce chapitre décrit les procédures de retrait et d'installation de la sonde H-ESI dans le boîtier de la source Ion Max. Le retrait de la sonde H-ESI est nécessaire pour changer le mode d'ionisation et effectuer des interventions de maintenance ou d'entretien sur la sonde. Pour changer les sondes, il n'est pas nécessaire de retirer le boîtier de la source d'ions.

Remarque Pour connaître les procédures de retrait et d'installation d'une sonde APCI ou ESI, consultez le « *Ion Max API Source Hardware Manual* » (Manuel du matériel de la source API Ion Max).

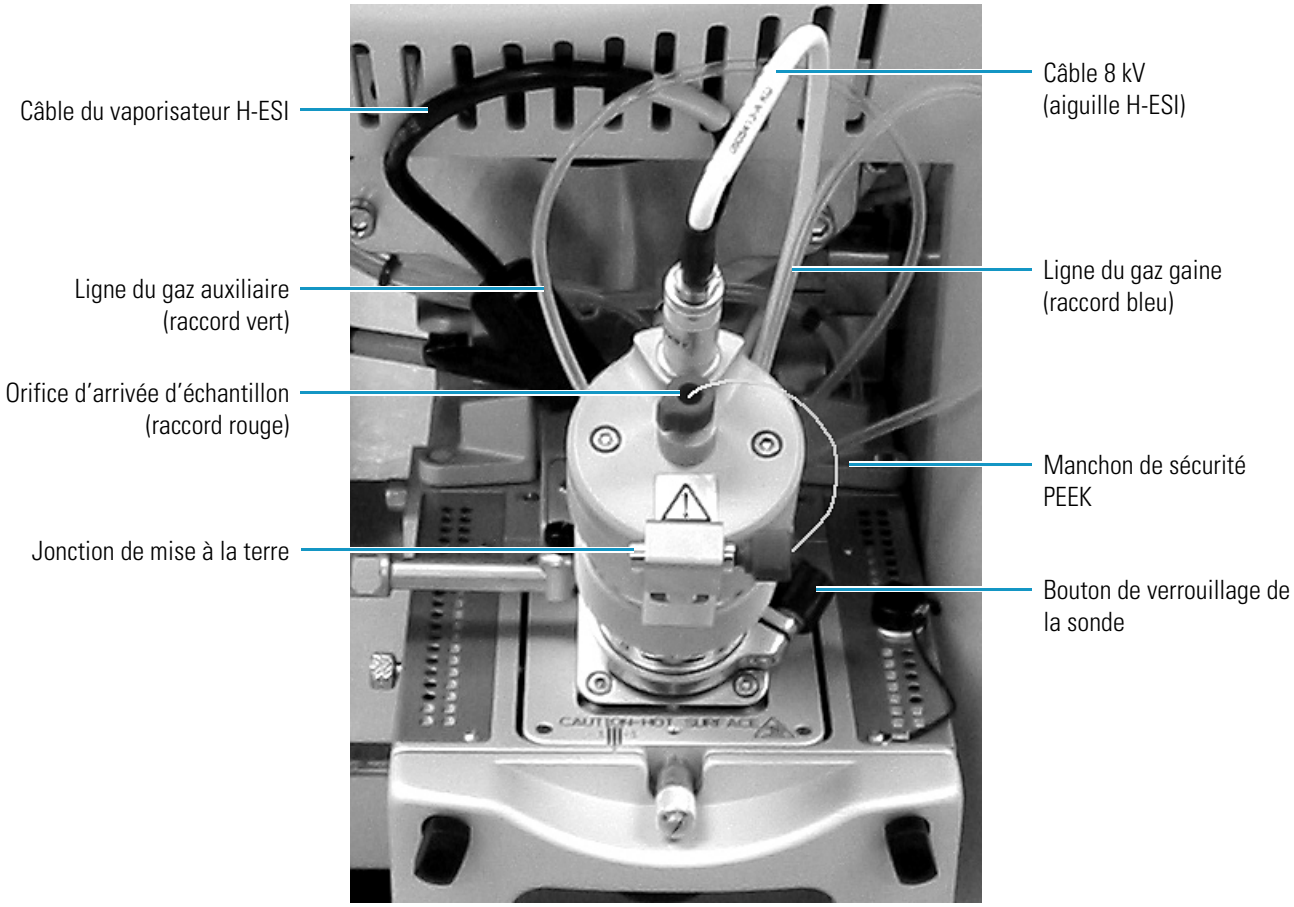
Retrait de la sonde H-ESI

ATTENTION VEILLEZ À NE PAS VOUS BRÛLER. Au températures de fonctionnement, le vaporisateur H-ESI peut provoquer des brûlures graves. Ce composant fonctionne généralement à une température comprise entre 350 et 450 °C. **Laissez-le toujours refroidir à température ambiante (pendant environ 20 mn) avant de procéder au retrait ou de toucher la sonde H-ESI**.

Procédure de retrait de la sonde H-ESI

1. Activez le mode de veille du spectromètre de masse.
2. Débranchez le tube de transfert des échantillons (ligne LC) de la jonction de mise à la terre (raccord ZDV en acier inoxydable).
3. Débranchez le câble de 8 kV de la prise haute tension de l'aiguille H-ESI en procédant comme suit (voir la Figure 4) :
   a. Déverrouillez le câble en tournant l'anneau de serrage dans le sens contraire des aiguilles d'une montre.
   b. Débranchez le câble de 8 kV de la prise haute tension de l'aiguille H-ESI.
4. Débranchez le câble du vaporisateur H-ESI de la prise correspondante sur la sonde H-ESI (consultez la Figure 4).
5. Branchez le câble du vaporisateur H-ESI à la prise de verrouillage ESI du boîtier de la source d'ions (consultez la Figure 5).
6. Débranchez le raccord (vert) du gaz auxiliaire de l'orifice d'arrivée correspondant (A) qui se trouve sur le tube de la sonde (consultez la Figure 4).
7. Débranchez le raccord (bleu) du gaz gaine de l'orifice d'arrivée correspondant (S) qui se trouve sur le tube de la sonde.

Figure 4. Sonde H-ESI installée dans le boîtier de la source Ion Max


Câble du vaporisateur H-ESI
Ligne du gaz auxiliaire (raccord vert)
Orifice d'arrivée d'échantillon (raccord rouge)
Jonction de mise à la terre
Câble 8 kV (aiguille H-ESI)
Ligne du gaz gaine (raccord bleu)
Manchon de sécurité PEEK
Bouton de verrouillage de la sonde

8. Pour déverrouiller l'anneau de serrage de la sonde, tournez le bouton de verrouillage de la sonde dans le sens inverse des aiguilles d'une montre.
9. Ramenez délicatement la sonde à l'arrière du port du boîtier de façon à la placer dans le logement qui se trouve au niveau du bloc de verrouillage ESI. La broche de guidage du tube de la sonde évite de tordre la sonde jusqu'à ce que la broche soit alignée sur le logement approprié du bloc de verrouillage ESI. Une fois la sonde bien mise en place et alignée avec le logement, tournez-la à 45 degrés dans le sens inverse des aiguilles d'une montre pour la dégager de l'encoche d'alignement. Veillez à ne pas endommager le tube d'échantillonnage en silice fondue ou le manchon de sécurité PEEK™.
10. Tirez sur la sonde pour l'extraire du boîtier de la source d'ions.
11. Placez la sonde H-ESI dans son emballage de livraison d'origine.

Installation de la sonde H-ESI

Remarque Pour connaître la procédure de retrait d'une sonde APCI ou ESI, consultez le « *Ion Max API Source Hardware Manual* » (Manuel du matériel de la source API Ion Max).

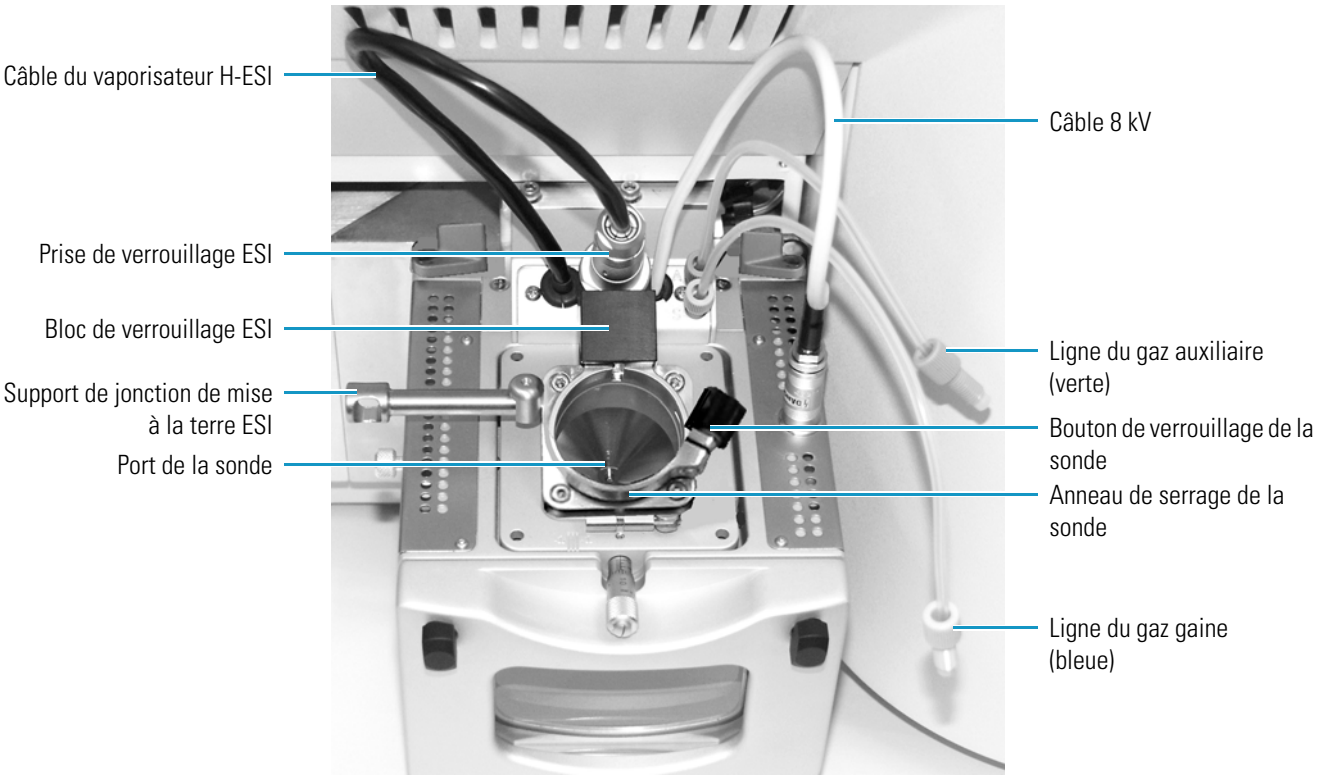
Procédure d'installation de la sonde H-ESI

1. Sortez la sonde H-ESI de son emballage. Inspectez-la et nettoyez-la, si nécessaire.

   Remarque Si votre sonde H-ESI n'est pas déjà équipée d'un tube d'échantillonnage (capillaire en silice fondue) et d'un manchon de sécurité, suivez la procédure d'installation d'un tube d'échantillonnage et d'un manchon de sécurité PEEK fournie à la section « Installation d'un nouveau tube d'échantillonnage en silice fondue et d'un manchon de sécurité PEEK » à la page 16.

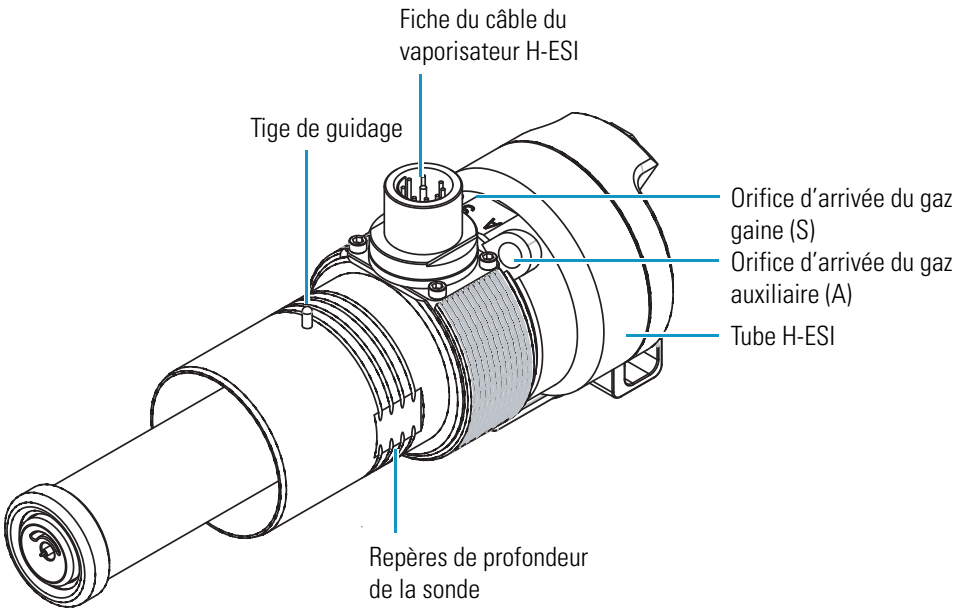
2. Veillez à ce que l'anneau de serrage de la sonde soit réglé sur sa position la plus ouverte (consultez la Figure 5).

Figure 5. Boîtier de source d'ions Ion Max sans sonde H-ESI


Câble du vaporisateur H-ESI
Prise de verrouillage ESI
Bloc de verrouillage ESI
Support de jonction de mise à la terre ESI
Port de la sonde
Câble 8 kV
Ligne du gaz auxiliaire (verte)
Bouton de verrouillage de la sonde
Anneau de serrage de la sonde
Ligne du gaz gaine (bleue)

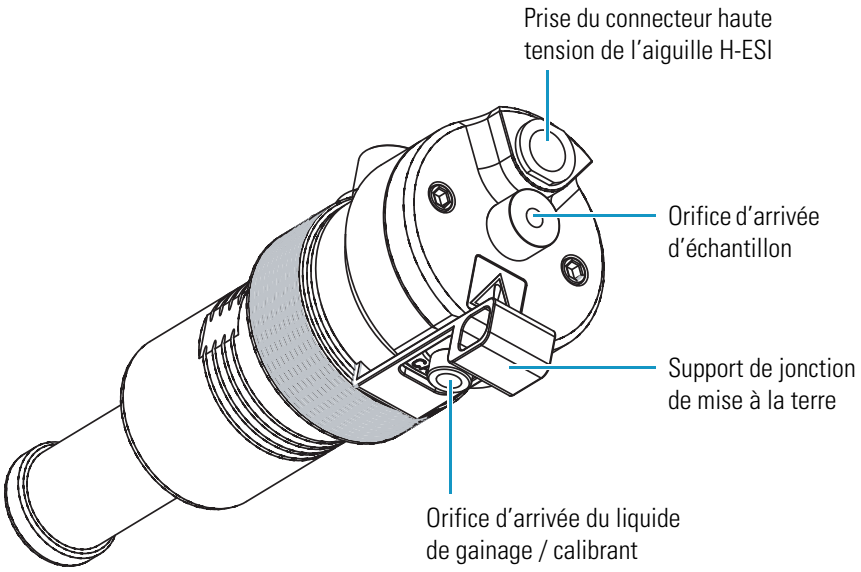
3. Introduisez la sonde H-ESI dans le port du boîtier de la source d'ions. Veillez à bien aligner la broche de guidage par rapport au corps de la sonde (voir la Figure 6) suivant un angle inférieur à 45° par rapport au bloc de verrouillage ESI (voir la Figure 5).

Figure 6. Sonde H-ESI, vue avant


Fiche du câble du vaporisateur H-ESI
Tige de guidage
Orifice d'arrivée du gaz gaine (S)
Orifice d'arrivée du gaz auxiliaire (A)
Tube H-ESI
Repères de profondeur de la sonde

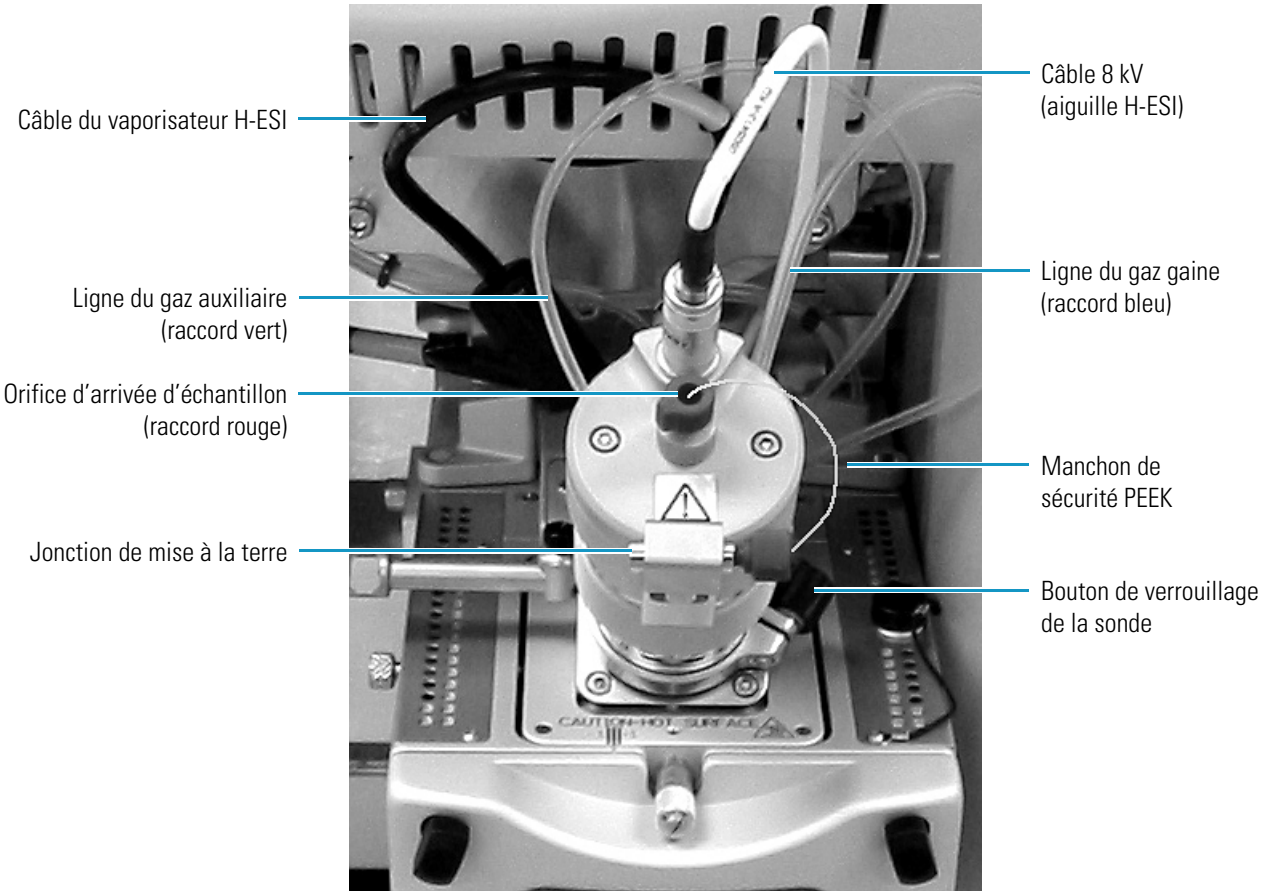
4. Enfoncez la sonde dans le port jusqu'à ce que la broche de guidage atteigne l'anneau de serrage qui se trouve sur le boîtier de la source d'ions (consultez la Figure 5).
5. Tournez la sonde à 45 degrés dans le sens des aiguilles d'une montre et alignez la broche de guidage sur le logement du bloc de verrouillage ESI. Pour aligner correctement la broche sur l'encoche, vous devrez peut-être ramener la sonde vers vous. Après avoir suffisamment tourné la sonde pour aligner la broche sur l'encoche d'alignement qui se trouve à l'arrière du port, enfoncez-la jusqu'à ce que la broche de guidage atteigne le fond de l'encoche.
6. Verrouillez la sonde en tournant le bouton de verrouillage dans le sens des aiguilles d'une montre (voir la Figure 5).
7. Assurez-vous que la jonction de mise à la terre (raccord ZDV en acier inoxydable) est correctement installée sur le support de jonction de mise à la terre de la sonde H-ESI (voir la Figure 7).

Figure 7. Sonde H-ESI, vue arrière


Prise du connecteur haute tension de l'aiguille H-ESI
Orifice d'arrivée d'échantillon
Support de jonction de mise à la terre
Orifice d'arrivée du liquide de gainage / calibrant

8. Branchez le raccord (bleu) du gaz gaine à l'orifice d'arrivée correspondant (S) qui se trouve sur le tube de la sonde (voir la Figure 6).
9. Branchez le raccord (vert) du gaz auxiliaire de l'orifice d'arrivée correspondant (A) qui se trouve sur le tube de la sonde (voir la Figure 6).
10. Débranchez le câble du vaporisateur H-ESI de la prise de verrouillage ESI.
11. Branchez le câble du vaporisateur H-ESI à la prise correspondante sur la sonde H-ESI (voir la Figure 6).
12. Branchez le câble de 8 kV à la prise haute tension de l'aiguille H-ESI qui se trouve sur la sonde H-ESI (voir la Figure 7). Serrez l'anneau de serrage sur le connecteur 8 kV.
13. Branchez le tube de transfert des échantillons (ligne LC) à la jonction de mise à la terre (voir la Figure 8).

Figure 8. Sonde H-ESI installée dans le boîtier de la source Ion Max


Câble du vaporisateur H-ESI
Ligne du gaz auxiliaire (raccord vert)
Orifice d'arrivée d'échantillon (raccord rouge)
Jonction de mise à la terre
Câble 8 kV (aiguille H-ESI)
Ligne du gaz gaine (raccord bleu)
Manchon de sécurité PEEK
Bouton de verrouillage de la sonde

La source H-ESI est à présent installée sur le spectromètre de masse.

Remarque Avant de commencer l'analyse d'échantillons avec la source H-ESI, vous devez changer le mode de la source H-ESI dans le logiciel Quantum Tune Master en sélectionnant **Setup > Change Ion Source > HESI**.

Entretien de l'instrument

La sonde H-ESI ne nécessite qu'un entretien minimum. Si le tube d'échantillonnage en silice fondue est obturé ou cassé, vous devez le remplacer. Bien qu'il soit possible de réparer ou remplacer le tube d'échantillonnage sans démonter la sonde H-ESI, pour remplacer l'aiguille H-ESI ou le joint de celle-ci, il est nécessaire de démonter partiellement la sonde H-ESI.

Remarque Pour de meilleurs résultats, rincez la sonde H-ESI après chaque journée d'utilisation à l'aide d'une solution à base de 50 % d'eau distillée et de 50 % de méthanol pour HPLC circulant entre la LC et la sonde H-ESI.

Portez des gants propres lorsque vous manipulez les composants de la sonde H-ESI.

ATTENTION VEILLEZ À NE PAS VOUS BRÛLER. Au températures de fonctionnement, le vaporisateur H-ESI peut provoquer des brûlures graves. Ce composant fonctionne généralement à une température comprise entre 350 et 450 °C. Laissez-le toujours refroidir à température ambiante (pendant environ 20 mn) avant de procéder au retrait ou de toucher la sonde H-ESI.

Contenu

- Rinçage de la ligne de transfert des échantillons, du tube d'échantillonnage et de la sonde H-ESI
- Réparation du tube d'échantillonnage H-ESI
- Remplacement de l'aiguille H-ESI et de son joint
- Installation d'un nouveau tube d'échantillonnage en silice fondue et d'un manchon de sécurité PEEK

Rinçage de la ligne de transfert des échantillons, du tube d'échantillonnage et de la sonde H-ESI

Pour de meilleurs résultats, rincez la ligne de transfert des échantillons, le tube d'échantillonnage et la sonde H-ESI pendant 15 minutes à la fin de chaque journée d'utilisation (ou plus souvent si vous suspectez une contamination de ces composants). Pour cela, utilisez une solution à base de 50 % d'eau distillée et de 50 % de méthanol en la faisant circuler de la LC à la source API. Après 15 minutes, arrêtez la circulation de la solution entre la LC et la source API, mais en maintenant la source API sous tension (y compris le gaz gaine et le gaz auxiliaire) pendant 5 minutes supplémentaires. Reportez-vous au chapitre consacré aux tâches d'entretien quotidiennes dans le manuel du matériel fourni avec votre spectromètre de masse.

Réparation du tube d'échantillonnage H-ESI

L'utilisation de votre instrument avec une phase mobile à base d'acétonitrile peut provoquer l'élongation du revêtement en polyimide du tube d'échantillonnage en silice fondue. Si ce revêtement en polyimide dépasse de l'embout de l'aiguille H-ESI, vous devez couper une partie du tube d'échantillonnage et repositionner son extrémité.

Procédure de découpe et de repositionnement de l'extrémité du tube d'échantillonnage d'environ 0,5 mm (entre 0 et 1 mm) à l'intérieur de l'embout de l'aiguille H-ESI

1. Procédez au retrait de la sonde H-ESI de la source Ion Max conformément aux instructions fournies à la section « Retrait de la sonde H-ESI » à la page 7.
2. Desserrez le tuyau d'arrivée d'échantillon.
3. Appliquez délicatement un mouvement de va-et-vient au tube d'échantillonnage de façon à le libérer du tuyau.
4. Poussez le tube d'échantillonnage vers l'avant pour qu'il dépasse de l'embout de l'aiguille H-ESI.
5. Utilisez un outil adapté à la découpe de silice fondue et coupez une petite longueur du tube d'échantillonnage. Veillez à découper complètement l'extrémité du tube d'échantillonnage.
6. Tirez le tube d'échantillonnage vers l'arrière de façon à ce que son extrémité rentre à l'intérieur de l'aiguille H-ESI sur environ 0,5 mm (entre 0 et 1 mm).
7. Resserrez fermement le tuyau d'arrivée d'échantillon de façon à bien fixer le tube d'échantillonnage.

Remarque Le tube d'échantillonnage peut s'avancer vers l'avant lorsque vous resserrez le tuyau d'arrivée d'échantillon. Assurez-vous de l'avoir bien rentré sur environ 0,5 mm (entre 0 et 1 mm) à l'intérieur de l'aiguille H-ESI. Si nécessaire, desserrez le tuyau et repositionnez le tube d'échantillonnage.

8. Remontez la sonde H-ESI comme indiqué à la section « Installation de la sonde H-ESI » à la page 9.

Remplacement de l'aiguille H-ESI et de son joint

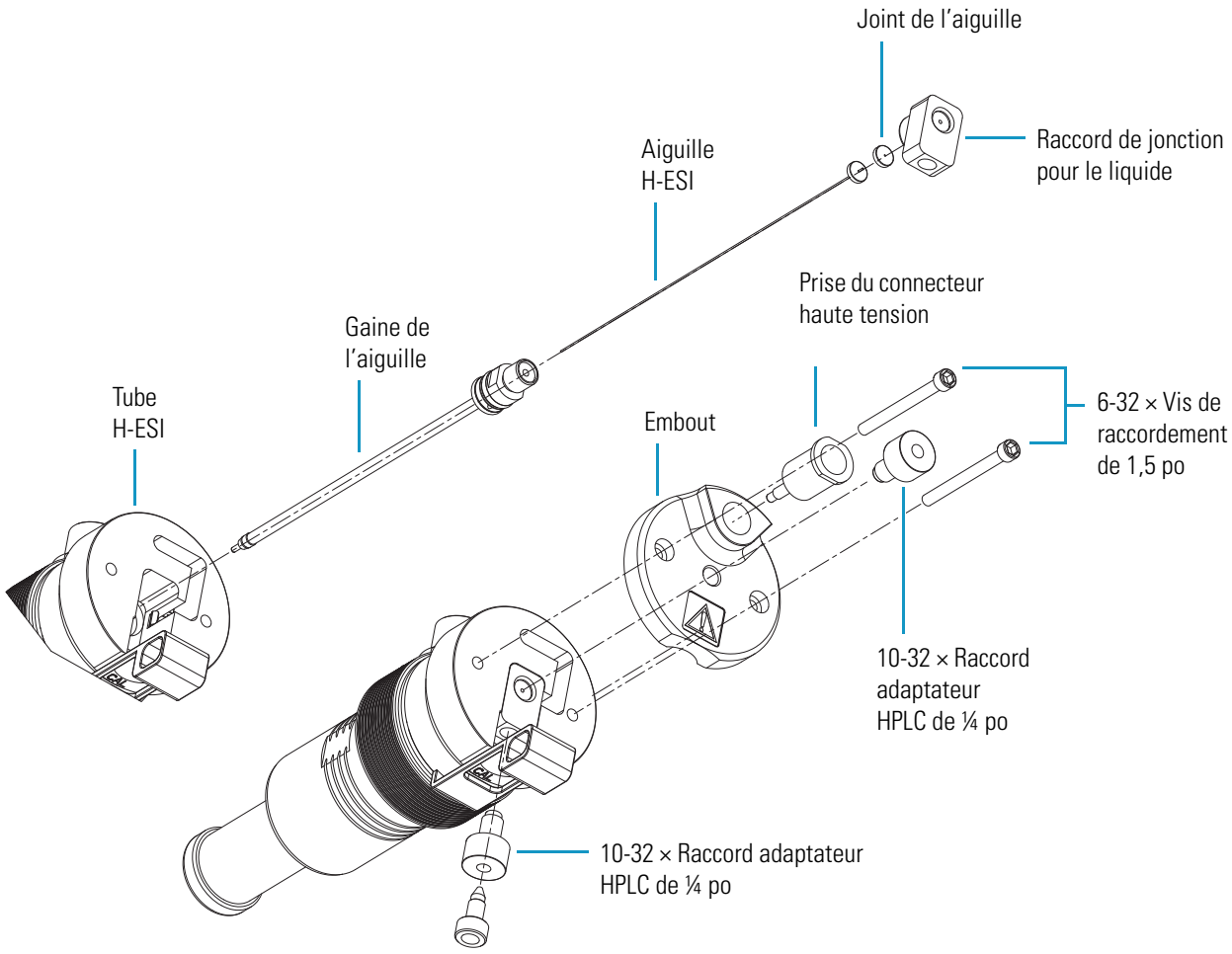
Vous devez procéder au remplacement de l'aiguille H-ESI si vous constatez qu'elle est endommagée. Il est également nécessaire de remplacer le joint de l'aiguille si vous observez que du gaz gaine s'échappe au niveau de l'interface entre le joint et l'aiguille. Dès lors que vous remplacez l'aiguille, son joint doit également être changé.

Procédure de remplacement de l'aiguille et/ou du joint de l'aiguille (voir la Figure 9)

1. Procédez au retrait de la sonde H-ESI de la source Ion Max conformément aux instructions fournies à la section « Retrait de la sonde H-ESI » à la page 7.
2. Devissez le tuyau d'arrivée d'échantillon.
3. Dissociez le tube d'échantillonnage et le tuyau d'arrivée d'échantillon de la sonde H-ESI.
4. Utilisez une clé hexagonale de 7/64 po ou un tournevis à embout sphérique pour retirer les deux vis de raccordement 6-32 × 1/4 po.
5. Retirez le couvercle du bout du manifold H-ESI.

6. Dévissez et démontez les tuyaux du liquide de gainage/calibrant.
7. Retirez du manifold H-ESI, d'un seul tenant, le raccord de jonction pour le liquide, l'aiguille, le joint de l'aiguille et la gaine de l'aiguille. (consultez la Figure 9).
8. Tout en maintenant le raccord de jonction pour liquide à l'aide d'une clé à fourche de ½ po, utilisez une clé de même type de 3/8 po pour dévisser la gaine de l'aiguille du raccord de jonction pour liquide.
9. Retirez l'aiguille H-ESI et son joint de la gaine de l'aiguille.
10. Retirez le joint de l'aiguille H-ESI.
11. Inspectez le joint en Teflon™ de l'aiguille (réf. 97055-20271). S'il est déformé, remplacez-le.
12. Inspectez l'aiguille H-ESI de calibre 26- (réf. 97055-20273). Si elle est endommagée, remplacez-la. Dès lors que vous remplacez l'aiguille, son joint doit également être changé.
13. Remontez la sonde H-ESI comme indiqué à la section « Installation de la sonde H-ESI » à la page 9.

Figure 9. Vue explosée de la sonde H-ESI


Joint de l'aiguille
Raccord de jonction pour le liquide
Aiguille H-ESI
Prise du connecteur haute tension
Gaine de l'aiguille
Tube H-ESI
Embout
6-32 × Vis de raccordement de 1,5 po
10-32 × Raccord adaptateur HPLC de ¼ po
10-32 × Raccord adaptateur HPLC de ¼ po

Procédure de remontage de la sonde H-ESI (voir la Figure 9)

1. Introduisez l'extrémité antérieure de l'aiguille H-ESI dans le joint de l'aiguille.
2. Remontez la gaine de l'aiguille, l'aiguille H-ESI et son joint, et le raccord de jonction pour le liquide en procédant comme suit :
   a. Mettez en place l'aiguille H-ESI et son joint dans la gaine de l'aiguille.
   b. Enfilez la gaine de l'aiguille dans le raccord de jonction pour liquide. Humidifiez légèrement le filetage de la gaine avec du méthanol pour HPLC afin de la lubrifier.
   c. Munissez-vous d'une clé de 3/8 po et serrez délicatement la gaine de l'aiguille, sans excès.
3. Introduisez la gaine de l'aiguille, l'aiguille H-ESI et son joint et le raccord de jonction pour le liquide dans le manifold H-ESI.
4. Insérez l'adaptateur pour le liquide de gainage/calibrant dans le tuyau H-ESI et serrez-le à la main.
5. Remettez en place l'embout du tube H-ESI.
6. Insérez les deux vis de raccordement de 6-32 × 1/4 po dans la sonde H-ESI et serrez-le au moyen d'une clé hexagonale de 7/64 po ou d'un tournevis à embout sphérique.
7. Insérez délicatement le tube d'échantillonnage en silice fondue à l'intérieur de la sonde H-ESI.
8. Vissez le tuyau d'arrivée d'échantillon.
9. Remontez la sonde H-ESI comme indiqué à la section « Installation de la sonde H-ESI » à la page 9.

Installation d'un nouveau tube d'échantillonnage en silice fondue et d'un manchon de sécurité PEEK

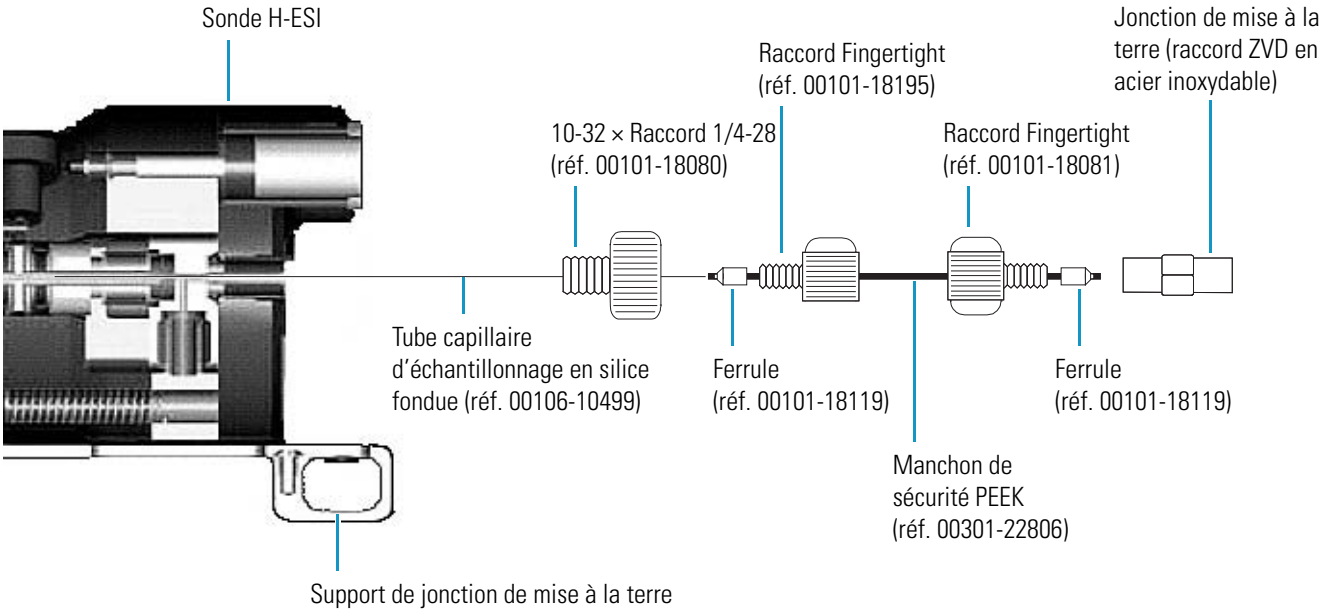
Procédure d'installation d'un nouveau tube d'échantillonnage et d'un manchon de sécurité PEEK

ATTENTION RISQUE DE CHOC ÉLECTRIQUE À ÉVITER. Lorsque vous utilisez votre instrument en mode H-ESI, vous êtes exposé à un risque de choc électrique à moins d'installer le kit de sécurité décrit ci-dessous. En effet, un choc électrique peut se produire en cas de rupture du tube capillaire en silice fondue pendant une opération H-ESI. Pour plus de sécurité et conformément aux normes de sécurité internationales, avant d'utiliser votre instrument, vous **devez** recouvrir le tube capillaire en silice fondue au moyen du manchon de sécurité PEEK (réf. 00301-22806) et des ferrules PEEK associées (réf. 00101-18119) fournis dans le kit Manchon de sécurité (réf. 70005-62015). Les instructions d'installation (réf. 70005-97009) accompagnent également le kit. L'utilisation de l'instrument sans le manchon de sécurité nuit à la sécurité offerte par l'instrument et peut occasionner des blessures graves.

1. Procédez au retrait de la sonde H-ESI de la source Ion Max conformément aux instructions fournies à la section « Retrait de la sonde H-ESI » à la page 7.

2. Utilisez un outil adaptée à la découpe de silice fondue et coupez une section de 30 cm (12 po) de long (DI 0,1 mm × DE 0,19 mm) du tube (d'échantillonnage) en silice fondue (réf. 00106-10499). Veillez à découper complètement l'extrémité du tube d'échantillonnage en silice fondue.
3. Insérez le tube d'échantillonnage via l'extrémité antérieure de l'aiguille H-ESI, puis dans la sonde H-ESI.
4. Enfoncez le tube d'échantillonnage dans la sonde en laissant dépasser une longueur d'environ 3,5 cm (1,5 po) de l'extrémité antérieure de l'aiguille H-ESI. La longueur restante du tube d'échantillonnage doit sortir au niveau de l'orifice d'arrivée d'échantillon de la sonde H-ESI.
5. Faites glisser le raccord adaptateur Kel-F™ 10-32 × 1/4-28 (réf. 00101-18080) sur le tube d'échantillonnage (voir la Figure 10) et vissez le raccord sur l'orifice d'arrivée d'échantillon de la sonde H-ESI.

Figure 10. Ensemble tube d'échantillonnage en silice fondue et manchon de sécurité

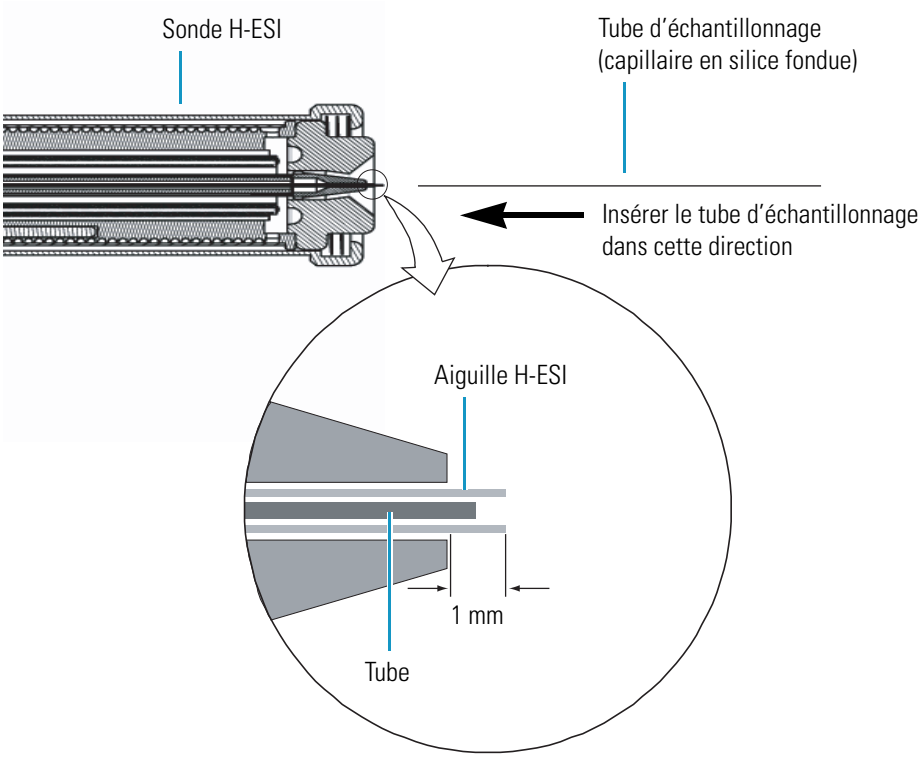

Sonde H-ESI
Raccord Fingertight (réf. 00101-18195)
Jonction de mise à la terre (raccord ZVD en acier inoxydable)
10-32 × Raccord 1/4-28 (réf. 00101-18080)
Raccord Fingertight (réf. 00101-18081)
Tube capillaire d'échantillonnage en silice fondue (réf. 00106-10499)
Ferrule (réf. 00101-18119)
Ferrule (réf. 00101-18119)
Manchon de sécurité PEEK (réf. 00301-22806)
Support de jonction de mise à la terre

6. Faites glisser le manchon de sécurité PEEK précoupé de 25 cm (10 po), DI 0,009 po × DE 0,024 po, (réf. 00301-22806) sur le tube d'échantillonnage.
7. Faites glisser la ferrule PEEK, DI 0,027 po, (réf. 00101-18119), petite extrémité en premier, sur le manchon de sécurité PEEK et le raccord adaptateur Kel-F 10-32 × 1/4-28.
8. Faites glisser le raccord Fingertight (rouge), réf. 00101-18195, sur le manchon de sécurité PEEK et dans l'orifice d'arrivée d'échantillon (identifié par *Sample*) de la sonde H-ESI. Vissez légèrement le raccord.
9. Faites glisser le manchon de sécurité PEEK sur le tube d'échantillonnage jusqu'à ce qu'il atteigne le joint de l'aiguille en Teflon, à l'intérieur de la sonde.
10. Tirez sur le tube d'échantillonnage (à partir de l'extrémité de l'aiguille H-ESI) de façon à ce qu'il soit entièrement recouvert par le manchon de sécurité PEEK, jusqu'à l'extrémité de celui-ci.

11. Faites glisser un raccord Fingertight (marron), réf. 00101-18081, et une ferrule (marron), réf. 00101-18119, grande extrémité en premier, sur le manchon de sécurité PEEK.
12. Rattachez le manchon de sécurité PEEK et la ferrule au raccord ZDV (en acier inoxydable) en vissant le raccord Fingertight (marron). Veillez à ce que le raccord Fingertight soit bien serré autour du manchon de sécurité PEEK, sinon, l'échantillon pourrait pénétrer entre le tube d'échantillonnage et le manchon de sécurité PEEK. Assurez-vous d'avoir bien fixé le tube d'échantillonnage au raccord de mise à la terre en tirant sur le tube d'échantillonnage à partir de l'extrémité antérieure de l'aiguille H-ESI.
13. Utilisez un outil adaptée à la découpe de silice fondue et coupez le tube d'échantillonnage au niveau de l'aiguille H-ESI de sorte qu'une longueur de seulement 2,5 cm (1 po) dépasse de l'extrémité antérieure de l'aiguille.
14. Au niveau de l'orifice d'arrivée d'échantillon, ramenez le manchon de sécurité PEEK vers l'arrière de façon à ce que l'extrémité antérieure du tube d'échantillonnage rentre à l'intérieur de l'aiguille H-ESI sur environ 0,5 mm (entre 0 et 1 mm) (consultez la Figure 11).
15. Vissez complètement le raccord Fingertight (rouge) de façon à bien maintenir en place le manchon de sécurité PEEK et le tube d'échantillonnage.

Remarque Le tube d'échantillonnage peut s'avancer vers l'avant lorsque vous resserrez le raccord d'arrivée d'échantillon. Assurez-vous de l'avoir bien rentré sur environ 0,5 mm (entre 0 et 1 mm) à l'intérieur de l'aiguille H-ESI. Si nécessaire, desserrez le tuyau et repositionnez le tube d'échantillonnage.

Figure 11. Installation du tube d'échantillonnage en silice fondue



Pièces remplaçables

Ce chapitre fournit les références des pièces et consommables remplaçables pour la sonde H-ESI. Pour garantir une maintenance adéquate de la sonde H-ESI, commandez uniquement les pièces répertoriées ou de type équivalent.

Ce chapitre fournit les références des pièces suivantes :

Sonde, H-ESI 97055-60140
- Aiguille, métal, calibre 26, H-ESI 97055-20273
- Joint, aiguille 97055-20271
- Capillaire, silice fondue, DI 0,10 mm × DE 0,19 mm 00106-10499
- Raccord, jonction de mise à la terre, ZDV, 1/4-28 00109-00304
- Ferrule, DI 0,008, KEL-F, HPLC 00101-18075
- Raccord, prise, 1/4-28, TEFZEL™, HPLC 00101-18075
- Ferrule, DI 0,012, KEL-F, HPLC 00101-18116

Kit Manchon de sécurité 70005-62015
- Ferrule, DI 0,27, PEEK HPLC 00101-18119
- Manchon de sécurité, DI 0,009 × DE 0,024 × 10" Natural PEEK 00301-22806
- Instructions d'installation du manchon de sécurité 70005-97009
- Raccord, Fingertight, Upchurch 00101-18195
- Raccord, Fingertight, HPLC, 10-32, PEEK 00101-18081
- Raccord, adaptateur, 10-32 × 1/4-28, KEL-F 00101-18080

Figure 12. Consommables de la sonde H-ESI

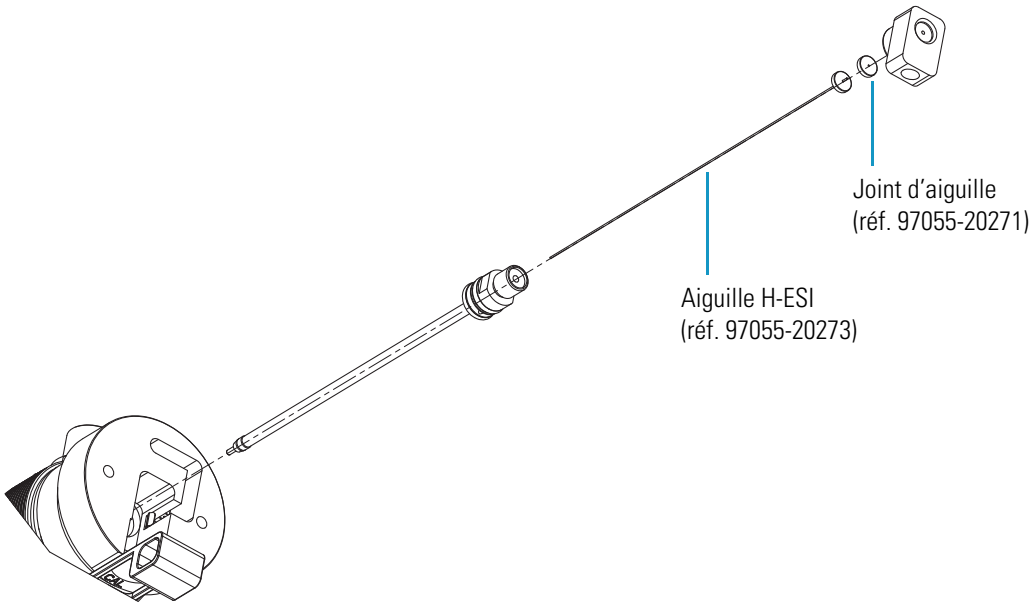
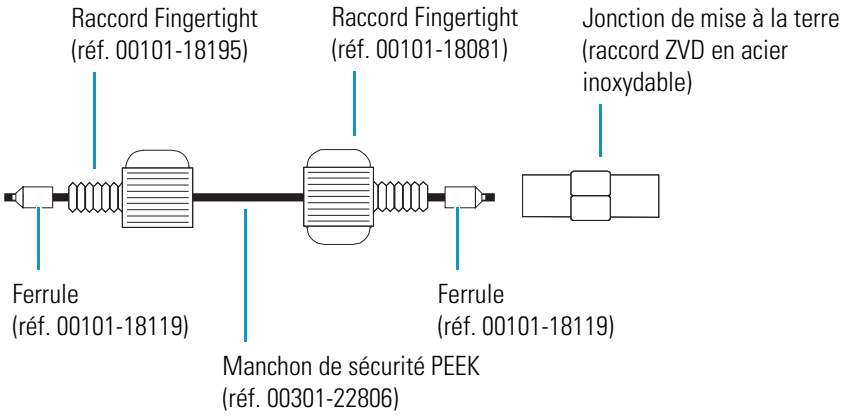


Figure 13. Références des composants du manchon de sécurité PEEK



Index

A

Aiguille H-ESI
- Connecteur haute tension, emplacement (figure) 6
- emplacement (figure) 15
- remontage 16
- remplacement 14
- retrait 14
- tensions 5

E

Électrospray
- règles pour une qualité d'électrospray optimale 3

Entretien
- aiguille, remplacement 14
- joint de l'aiguille, remplacement 14
- ligne de transfert des échantillons, rinçage 13
- sonde H-ESI, description 13
- sonde H-ESI, rinçage 13
- tube d'échantillonnage, installation 16
- tube d'échantillonnage, réparation 14
- tube d'échantillonnage, rinçage 13

Entretien quotidien
- ligne de transfert des échantillons, rinçage 13
- sonde H-ESI, rinçage 13
- tube d'échantillonnage, rinçage 13

Étalonnage
- fréquence (remarque) 4

F

Figures
- installation du manchon de sécurité PEEK 17
- installation du tube d'échantillonnage 18
- interface avec la source d'ions 1
- procédé H-ESI 2
- Sonde H-ESI 6
- sonde H-ESI 1
- vue explosée, sonde H-ESI 15

G

Gaz auxiliaire
- débit 5
- réglages 3

Gaz auxiliaire chauffé
- présentation 5

Gaz gaine
- débit 5
- présentation 5
- réglages 3

H

H-ESI
- procédé (figure) 2
- procédé, description 1
- réglages initiaux (tableau) 3
- règles pour une qualité d'électrospray optimale 3
- remplacement de la source d'ions (remarque) 12

I

Interface avec la source d'ions
- figure 1

Ion Max
- figure 8, 9, 12

J

Joint de l'aiguille
- emplacement (figure) 15
- remontage 16
- remplacement 14
- retrait 14

L

Ligne de transfert des échantillons
- rinçage 13

Liquide de gainage
- présentation 6

M

Manchon de sécurité PEEK
  installation 16
  installation (figure) 17
  MISE EN GARDE 16
MISES EN GARDE
  choc électrique, manchon de sécurité PEEK 16
  risque de brûlure à éviter, vaporisateur H-ESI 13

O

Orifice d'arrivée de l'échantillon
  emplacement (figure) 6

P

Pièces remplaçables
  Sonde H-ESI 19
Procédures de nettoyage
  ligne de transfert des échantillons, rinçage 13
  sonde H-ESI, rinçage 13
  tube d'échantillonnage, rinçage 13

R

Références 19
  consommables, sonde H-ESI 19
Réglage
  fréquence (remarque) 4
Remarques
  repositionnement du tube d'échantillonnage 18

S

Sonde APCI
  démontage (remarque) 7
Sonde API
  rinçage 13
Sonde ESI
  démontage (remarque) 7
Sonde H-ESI
  consommables 19
  démontage 14
  description de l'entretien 13
  description fonctionnelle 5
  figure 1, 10
  installation 9
  installation (figure) 8, 12
  joint de l'aiguille, remplacement 14
  manchon de sécurité PEEK 16
  pièces remplaçables 19
  remontage 16
  retrait 7
  rinçage 13
  tube d'échantillonnage 5
  tube d'échantillonnage, installation 16
  vue explosée (figure) 15

T

Tableaux
  réglages H-ESI initiaux 3
Tension de l'électrospray
  réglages 3
Tension du spray
  réglages 3
Tensions
  aiguille H-ESI 5
Tige de guidage
  emplacement (figure) 6
Tube d'échantillonnage
  installation 16
  installation (figure) 18
  repositionnement (remarque) 18
  rinçage 13
Tube d'échantillonnage en silice fondue
  installation 16
  installation (figure) 17, 18
Tube d'échantillonnage
  Réparation 14
Tube d'échantillonnage en silice fondue
  Réparation 14
Tube d'échantillonnage H-ESI
  Réparation 14
Tube de transfert des ions
  réglages 3

V

Vaporisateur H-ESI
  fiche du câble, emplacement (figure) 6
  réglage de température 3
  risque de brûlure à éviter (MISE EN GARDE) 13